

# ТЕХНОЛОГИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ КОРРЕКТИРОВКИ НОРМАТИВНЫХ ГРАФИКОВ ДВИЖЕНИЯ ПОЕЗДОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПРОГРАММНЫХ РОБОТОВ

**НИКИЩЕНКОВ Сергей Алексеевич**, д-р техн. наук, профессор; e-mail: nikishchenkovs@mail.ru

**ГАРАНИН Алексей Владимирович**, аспирант; e-mail: caraninaleks@mail.ru

Кафедра «Управление эксплуатационной работой», Самарский государственный университет путей сообщения

В статье рассматриваются технологические аспекты автоматизированной корректировки нормативных графиков движения поездов с применением программных роботов. Рассмотрена информационная среда и существующая технология ведения нормативных графиков движения грузовых поездов. Приведены сведения о внедрении роботизированной автоматизации процессов в корпоративных информационных системах, эксплуатируемых в дирекциях управления движением. Рассмотрены этапы и результаты автоматизированной корректировки нормативных графиков движения поездов с использованием программных роботов. Представлена обобщенная схема процесса корректировки нормативных графиков движения поездов с использованием программного робота и специального конвертера данных. Приведен фрагмент кода робота для выгрузки нормативного расписания в аппаратно-программный комплекс «Эльбрус» (АПК «Эльбрус»). Рассмотрены вопросы применения библиотек языка программирования Python для автоматизации процессов. Выполнена оценка эффективности применения программных роботов для корректировки нормативных графиков. Рассмотрены возможности совместной роботизированной и интеллектуальной автоматизации для корректировки графиков движения поездов.

**Ключевые слова:** нормативные графики движения поездов, корпоративные информационные системы, роботизированная автоматизация процессов, технология корректировки графиков, сценарий робота, эффективность, интеллектуальная автоматизация.

DOI: 10.20295/2412-9186-2024-10-01-18-31

## ▼ Введение

В рамках реализации долгосрочной программы развития ОАО «РЖД» до 2025 года реализуется ряд проектов, которые способствуют повышению уровня конкурентоспособности и эффективности деятельности путем применения цифровых и инновационных технологий [1–3].

Многие задачи, которые выполняют пользователи корпоративных информационных систем, связаны со значительным объемом повторяющихся (рутинных) операций и процедур обработки однотипных данных и формирования отчетных и аналитических документов. Широко используемые корпоративные системы, такие как автоматизированная система ведения графика исполненного движения поездов (АС ГИД), АСУ станций и т. д., обладают широчайшим спектром функций и решаемых задач и, как негативное следствие, большими длительностями ожидания исполнения запро-

сов и существенными затратами при обновлении программного обеспечения [4, 5].

Достаточно новым подходом к повышению эффективности при эксплуатации информационных систем является роботизированная автоматизация процессов (robotic process automation — RPA), зарекомендовавшим себя прежде всего к использованию для многократно повторяемых задач, связанных с ручным вводом и стандартизированной обработкой данных [6–8]. Принципиальными преимуществами RPA являются прозрачный режим, т. е. отсутствие влияния на работу информационных систем, существенное повышение скорости процессов, различные регламенты запуска и работы, уменьшение ошибок в обработке данных из-за человеческого фактора и другие.

Перспективным является внедрение RPA в корпоративное информационное пространство дирекций управления движением с целью

повышения производительности и качества процессов [9–12].

С учетом значения нормативных графиков движения поездов в эксплуатационной работе железной дороги их ведение (установление, обновление, корректировка, контроль) является важным и ответственным процессом и реализуется существующей, достаточно сложной технологией с участием подразделений дирекций управления движением и информационно-вычислительных центров.

В статье рассматриваются актуальная задача автоматизации корректировки нормативных графиков движения грузовых поездов и вопросы разработки соответствующей технологии с применением программных роботов и интеллектуальной автоматизации [13].

### 1. Корректировка нормативных графиков движения поездов

Фактически нормативный график движения поездов разрабатывается и вводится в действие в установленном регламенте технологами отдела разработки графиков движения поездов дирекций управления движением.

Сезонность в организации движения поездов (разные объемы пассажирских перевозок в летний и зимний периоды на участках и полигонах) находит отражение в том, что нормативные графики корректируются до начала

летних перевозок и по их окончании (на зимний период).

Основополагающим и директивным документом для корректировки нормативных графиков движения поездов служат телеграммы, поступающие причастным подразделениям на почту, через единую автоматизированную систему документооборота (ЕАСД) или единую систему поддержки пользователей (ЕСПП).

Типовыми причинами корректировок нормативных графиков являются следующие:

- указания Центральной дирекции управления движением;
- формирование новых и назначение резервных поездов;
- новые ресурсные и инфраструктурные характеристики участков и полигонов движения;
- смена назначений договорных поездов;
- запросы пассажирских компаний по изменению сообщений или отмене поездов;
- поэтапное внедрение в эксплуатацию интеллектуальной системы управления движением;
- изменение графика движения пригородных поездов.

На рис. 1 приведен пример телеграммы.

Изначально телеграммы формируются инженерами и технологами отделов графиков

#### ТЕЛЕГРАММА

ДЦС-3, ТЧЭ – Октябрьск, Кинель,  
ВЧДЭ – Октябрьск, Кинель  
ДС Сызрань-1, Жигулевское Море,  
Тольятти  
ДЦУП, ДВ, ДИ, Т, В, НКИ, ИВЦ,  
ТЦФТО КБШ жд

В связи с изменением графика движения пригородных поездов на участке Сызрань - Жигулевское Море - Тольятти с 1 октября 2022 г. частично изменяется расписание следующих контейнерных поездов:

**п. № 1021** своим расписанием далее измененным: Жигулевское Море 12.57-13.46 Химзаводская 14.19 Тольятти приб. 14.36;

**п. № 1028/1027** Химзаводская отпр. 07.11 Жигулевское Море 07.45-07.50 Пост 104 Км. 08.01 Жигулевск 08.15-08.35 Отвага 08.53-09.13 Снежные Валы 09.25 Услава 09.41 Переволоки 09.53 Рзд.-3 10.16 Рзд.-2 10.28 Рзд.-1 10.38 Сзр1-Рзд1саи 10.48 Сызр.-1 Новосызр 10.52-11.00 Сызрань-1 Центр. 11.10-13.45 далее своим расписанием;

**п. № 1036/1035** Тольятти отпр. 19.22 Химзаводская 19.42 Жигулевское Море 20.12 Пост 104 Км. 20.23 Жигулевск 20.37-20.55 Отвага 21.13-21.31 Снежные Валы 21.43 Услава 21.58 Переволоки 22.10 Рзд.-3 22.33 Рзд.-2 22.45 Рзд.-1 22.55 Сзр1-Рзд1саи 23.05 Сызр.-1 Новосызр 23.09-23.20 Сызрань-1 Центр. 23.32-01.36 далее своим расписанием;

**Рис. 1.** Пример телеграммы



ется введение технологом новых или скорректированных данных в заданный файл с использованием текста телеграмм и других электронных документов, например справочников.

В связи с частым изменением расписания движения поездов эта работа является достаточно трудоемкой. С учетом разнообразия телеграмм и данных из справочников корректировки графиков требуют высокой ответственности со стороны работников, определенных навыков и постоянной сосредоточенности. Данный этап корректировки нормативного расписания поездов потенциально характеризуется возможными ошибками работников и искажением информации.

В зависимости от объема текста телеграммы, зависящего от количества поездов и других сведений, одну страницу технолог обрабатывает в среднем 30 минут, а всего на одну корректировку может быть затрачено до 1,5 часа рабочего времени.

Анализ потока поступающих телеграмм по корректировке нормативных графиков за первые три квартала 2023 года показал, что их было около 50 в квартал, с объемом от 1 до 2 страниц каждая.

Выполненные оценки трудозатрат по данной задаче показали, что в среднем за месяц один технолог тратит на корректировки графиков от 8 часов до одних суток.

Корректировка нормативных графиков является многоаспектным и сложным процессом, поскольку фактически имеются:

- множество причин изменения графиков;
- сочетание регламентной и оперативной корректировки;
- достаточно большое число подразделений и работников, иницирующих и обрабатывающих задачу и контролирующих результаты;
- многообразие и динамика развития информационного пространства (используемых корпоративных информационных систем и сервисов), в котором осуществляются ввод, обработка, хранение и передача данных разных форматов;
- высокие требования по оперативности, точности и качеству корректировки графиков и ответственности причастных работников.

При реализации корректировки с существенной долей ручного труда имеются очевидные недостатки и риски:

- низкая производительность и оперативность получения результата;
- влияние человеческого фактора и вероятность ошибок в обработке информации при практическом отсутствии автоматизированных средств по проверке ее релевантности.

Для исключения перечисленных рисков, вывода технологического процесса по корректировке нормативного расписания поездов на новый уровень производительности и качества для высвобождения времени технологов на решение других производственных задач было принято решение об автоматизации процесса с использованием программных роботов [11, 13].

## 2. Программные роботы в корпоративных информационных системах ОАО «РЖД»

РРА — это технология, осуществляющая замену выполнения этапов процесса обработки информации и действий персонала программным роботом с помощью специальной программной платформы и достаточно простых проблемно ориентированных модулей, которые могут прозрачно взаимодействовать с различными информационными системами и интерфейсами пользователей компьютеров [9, 10, 15, 16]. В роботизированном процессе повышаются скорость выполнения и точность операций, их надежность и качество. Освобождая сотрудника от повторяющихся однотипных операций и процедур, робот дает ему возможность использовать служебное время для более приоритетных функций и задач (контроль, анализ, принятие решений и т. д.). Применение этой технологии позволит сотрудникам сосредоточиться на приоритетных задачах и анализе получаемых данных.

Реализуемость роботизированной автоматизации имеет место в том случае, если обрабатываемые данные и объект автоматизации достаточно структурированы и есть потенциальная возможность алгоритмизации и построения общего сценария процесса обработки информации. Эффективность роботизации (снижение организационных и ресурсных затрат,



в первую очередь времени) особенно проявляется для сложных многосвязных процессов с большим количеством ответственных работников, источников информации и систем, вовлеченных в процесс.

В Департаменте корпоративной информатизации, Главном вычислительном центре (ГВЦ), дорожных информационно-вычислительных центрах (ИВЦ), дирекциях и их подразделениях работают более тысячи информационных систем и десятки тысяч пользователей. Поскольку информационные процессы в сфере организации и управления перевозками имеют повторяющийся типовой характер, масштабы применения RPA могут быть весьма значительными. То же самое можно сказать и о вспомогательных процессах, связанных с поддержкой пользователей и сервисным обслуживанием, а также о запросах руководства на формирование нестандартных аналитических справок и отчетов.

Опытное использование RPA в информационных системах на железных дорогах России началось в 2016 году, когда отдельные ИВЦ занялись проработкой этой новой технологии. В 2018 году была представлена отечественная платформа ROBIN RPA с официальной регистрацией в Едином реестре российских программ для ЭВМ [9]. В 2020 году ROBIN RPA улучшила свои позиции в части возможности применения практически на всех операционных системах, в том числе на Linux и на российских системах. В 2022 году была наконец добавлена поддержка языка программирования Python и режим Low-code для вставки раз-

работчиками собственного программного кода нижнего уровня внутрь библиотечного робота. Большим успехом в 2023 году стало включение в платформу модуля OCR, который позволил автоматизировать процессы распознавания, сопоставления и получения данных из документов разных форматов.

На рис. 3 показана архитектура платформы RPA.

С учетом конкретики автоматизируемой задачи роботы могут функционировать в разных режимах: реализовать заранее созданный сценарий, ожидать действий пользователя на виртуальном рабочем месте, работать автономно или вместе с пользователем.

В 2021 году были впервые подведены итоги программной роботизации информационных процессов в холдинге «РЖД»: внедрено 1150 роботов с существенным сокращением времени обработки данных, исключением ошибок и повышением надежности и качества [11, 12].

Например, с целью улучшения характеристик были роботизированы с использованием RPA процессы администрирования единой службы поддержки пользователей (ЕСПП), мониторинг утвержденных заявок в автоматизированной системе обработки заявок и другие корпоративные сервисные процессы. По статистике, с 15 до 4 минут уменьшилось время на формирование и редактирование точек доступа новых пользователей и более чем в 10 раз снизилось время обработки заявок с подключением администратора ЕСПП, при этом установленный программный робот обработал почти 25 000 обращений внутренних пользователей.

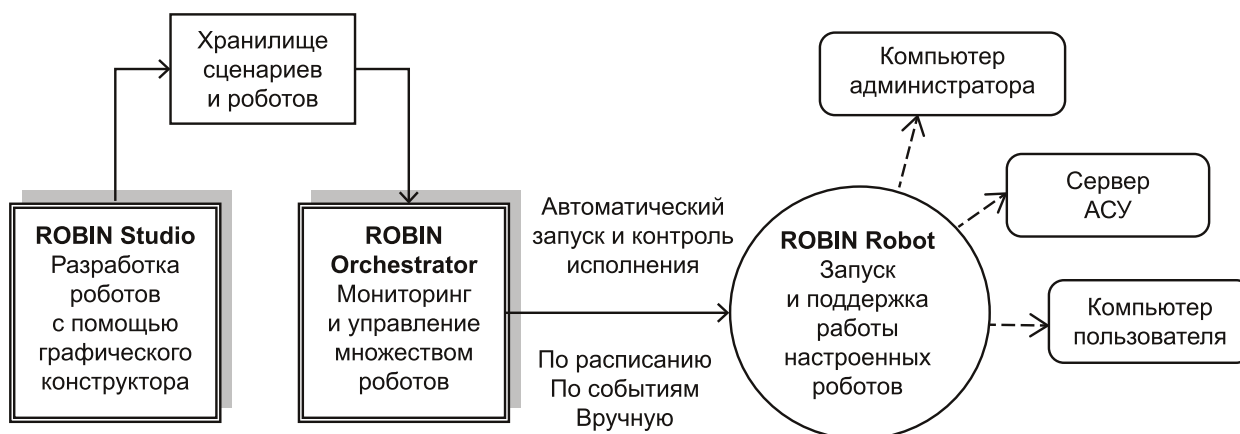


Рис. 3. Архитектура платформы RPA

Применение платформы ROBIN RPA в корпоративном информационном пространстве ОАО «РЖД» выгодно отличается от традиционных подходов к повышению эффективности процессов, заключающихся в доработке программного обеспечения эксплуатируемых информационных систем и выполнении трудоемких отладочных и приемо-сдаточных мероприятий.

На сегодняшний момент ГВЦ и дорожные ИВЦ ввели в эксплуатацию более 1600 программных роботов. Холдинг имеет 10 центров экспертизы, которые контролируют разработку, внедрение и соответствие программных роботов унифицированным требованиям по архитектуре и качеству.

Широкое использование разнообразных программных роботов позволяет существенно повысить оперативность выполнения запросов руководства центрального аппарата холдинга и руководителей дорожного уровня к отраслевым информационным системам и производительность труда сотрудников.

Весьма востребованными являются задачи повышения эффективности поездной и станционной эксплуатационной работы за счет роботизированной автоматизации однообразных, имеющих существенную долю ручного труда процессов в деятельности инженеров и технологов в дирекциях управления движением.

Примерами задач, в которых программные роботы, разработанные в последние годы на Самарском ИВЦ, показали высокую эффективность, являются следующие:

- тестирование и обнаружение ошибок в новой версии автоматизированной системы подготовки и оформления перевозочных документов ЭТРАН;
- контроль правильности передислокации вагонов на отладочном сервере в автоматизированной системе оперативного управления перевозочным процессом АСОУП;
- выполнение сервисных функций для баз данных корпоративных информационных систем после установки обновлений программного обеспечения.

Одной из значимых задач, решенных на Самарском ИВЦ совместно с Куйбышевской дирекцией управления движением с использованием RPA, явилось повышение оператив-

ности технологического документооборота по диспетчерскому контролю межпоездных интервалов по условиям электроснабжения [11, 12]. Отправной точкой явилось то, что доработка нормативно-справочной информации и программного обеспечения АС ГИД для выявления и аналитики нарушений заданных допустимых интервалов следования поездов по условиям электроснабжения было затруднено по ряду организационно-технических причин.

Автоматизация процессов расширенного контроля нарушений межпоездных интервалов тяжеловесных поездов для заданного полигона железной дороги, обеспечивающая существенное повышение производительности, была реализована разработкой программного робота с оригинальным сценарием [12, 17]. При этом были достигнуты высокие результаты, а именно: уменьшение времени на этапе сбора и обработки данных по диспетчерским участкам полигона более чем в 70 раз, а времени подготовки итогового отчета — почти в 14 раз. С помощью RPA удалось не только существенно укоротить процессы получения актуальной информации, но и сократить трудозатраты работников, практически свести к нулю возможные ошибки и тем самым повысить оперативность и обоснованность принятия решений по минимизации рисков перегрузки системы энергоснабжения полигона.

Достигнутые положительные результаты, опыт практических разработок и большие перспективы использования программных роботов, а также требования реализации Стратегии цифровой трансформации и запросы Центральной дирекции управления движением обусловили включение в планы текущего года Куйбышевской дирекции управления движением и Самарского ИВЦ работы по внедрению и паспортизации роботов, автоматизирующих процессы ускоренного получения следующих аналитических сведений и справок:

- справки по надежности доставки грузовой отправки (по дороге и на сети);
- справки по надежности проследования (по дороге и на сети);
- справки о выполнении скорости доставки грузежных отправок (по категориям отправок и по видам сообщений, по дороге и на сети);

- рейтинг по исполненной грузовой скорости доставки на сети;
- справка о подводе вагонов на станциях;
- справка о невыгруженных вагонах более 3 суток;
- справка по наличию вагонов с щебнем, простаивающих в ожидании выгрузки.

Полученный опыт разработки и внедрения программных роботов применительно к АС ГИД позволил решить ряд задач, востребованных в дирекции управления движением.

#### 4. Автоматизация корректировки нормативных графиков движения грузовых поездов с применением RPA

Для повышения общей эффективности процессов корректировки нормативных графиков движения грузовых поездов и устранения перечисленных выше недостатков (большая длительность, сложное взаимодействие, вероятность ошибок) была проработана автоматизация процессов с использованием программных роботов, охватывающая уровни и источники данных, используемые информационные системы и причастных работников [11, 13].

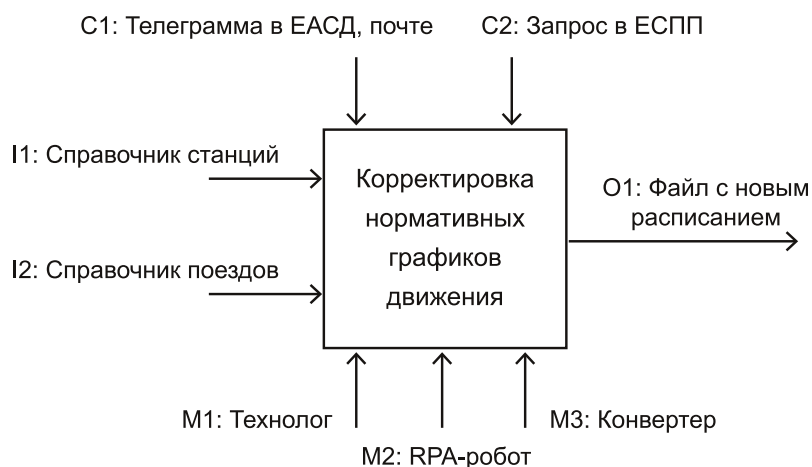
Методика разработки и внедрения программного робота для автоматизации корректировки нормативных графиков движения поездов включает этапы:

- комплексный анализ информационных объектов, причастных работников, регламентов их действий и логики взаимодействия;

- создание общей схемы получения и обработки информации;
  - проработка способов получения данных из корпоративного информационного пространства;
  - разработка сценария работы робота и графоаналитической модели процесса;
  - выбор базовых инструментальных средств;
  - разработка дополнительных программных модулей;
  - тестовая отладка технологии и отработка ошибок;
  - ввод в эксплуатацию и сопровождение.
- Обобщенная информационная схема задачи представлена на рис. 4.

Программный робот работает по следующей цепочке процедур (сценарию по терминологии RPA):

- получение телеграммы о корректировке графиков в файле из ЕАСД, ЕСПП или почты;
- передача файла телеграммы в специальный программный модуль (конвертер данных) для обработки текста и распознавания содержания;
- внесение данных в файл формата NTP;
- загрузка файла в АПК «Эльбрус» и получение подтверждения о соответствии корректировки и точности введенных данных;
- перенос итогового файла в папку с общим доступом для дальнейшей передачи в АС ГИД.



**Рис. 4.** Информационная схема задачи корректировки нормативных графиков движения поездов

При проработке технологии автоматизированной корректировки нормативных графиков движения грузовых поездов особое внимание уделялось существующим регламентам и логике взаимодействия участников процессов.

При отладке сценария была учтена необходимость отсутствия временного расхождения в нормативных расписаниях поездов между АС ГИД и информационным хранилищем анализа выполнения графика движения (ИХ АВГД), в котором расписание соответствует состоянию ЦБДГР.

Программный робот, разработанный средствами Low-code development platform (ROBIN Studio версии 1.3.8), состоит из двух модулей:

- обработка запросов в ЕСПП по корректировке графика;
- выгрузка нормативного графика в АПК «Эльбрус».

Первый модуль робота ожидает запрос с определенной категорией в ЕСПП в состоянии «Направлен в группу». При поступлении запроса робот берет его в работу и сохраняет вложенный файл в определенную папку. Запрос остается в работе до момента выполнения всех предусмотренных операций. Модуль выполняет последовательность операций: поиск

запроса по корректировке, ожидание запроса, открытие запроса, поиск вложения, ожидание перехода во вложение.

Второй модуль обеспечивает вход в АПК «Эльбрус» с последующей авторизацией. Далее выполняется ряд операций по выгрузке итогового файла формата NTP нормативного расписания в АПК «Эльбрус». После окончания выгрузки файла робот завершает работу в АПК «Эльбрус» и дополнительно сохраняет файл на сервере. Такое сохранение предусмотрено для анализа и выверки информации в случае отсутствия данных о поезде в нормативном графике движения поездов. Реализуемая последовательность операций следующая: открытие АПК «Эльбрус», ожидание загрузки, авторизация, переход на строку пароля, ввод пароля, вход в АПК «Эльбрус», выбор загрузки данных, ожидание, загрузка данных, загрузка графика из файла, выбор формата файла NTP, ожидание открытия, выбор папки, переход к файлу, подтверждение перехода, загрузка из файла, ожидание, выбор файла, загрузка файла, выбор даты, ожидание, использование по умолчанию, выгрузка графика в АПК «Эльбрус».

Ниже представлен фрагмент программного модуля по выгрузке нормативного графика в АПК «Эльбрус».

```
public string __ReturnVariables {get; set;} = «»;
public void Main(string _args)
{
    this.ActionGuid(«77fab170–6933–4803–b095–15ec58def712»,«»);
    this.ActionGuid(«92049568–4bbf–4e67–9282–636829def06c»,@»Выгрузка нормативного расписания»);
    this.ActionGuid(«760bd5b2–6184–4a16–8355–7f9eaf2029e8»,@»Вход»);
    Standard.Sleep(1000);
    KeyboardInput.NumberOfKeystrokes(new List<int>() {13},(int)(1),10);
    this.ActionGuid(«c991ffa1–3263–4c0e–80dc–a34c084e8708»,@»Выбор загрузки данных»);
    Standard.Sleep(1500);
    Загрузка_данных = VisualOperations.FromFile($@»C:\Users\GaraninA\Desktop\Загрузка данных.PNG»);
    this.ActionGuid(«db603e89–d998–413a–ad0b–9ddcf51ab255»,@»Ожидание»);
    Standard.Sleep(1000);
    Ожидание_открытия = VisualActions.WaitFor(Выбор_файла,0.85m,true,-1m);
    this.ActionGuid(«b6352748–c7ea–4487–8ee5–a6e6faffcb52»,@»Загрузка файла»);
    Standard.Sleep(1000);
    KeyboardInput.NumberOfKeystrokes(new List<int>() {13},(int)(1),10);
    this.ActionGuid(«7cfa78b5–abe3–4044–9f18–412e8e936103»,@»Выбор даты»);
    Standard.Sleep(1500);
    Выбор_даты = VisualOperations.FromFile($@»C:\Users\GaraninA\Desktop\Использовать по умолчанию.PNG»);
    this.ActionGuid(«1f38c1b5–3906–49e1–81af–e18f0b1ed736»,@»Ожидание»);
    Standard.Sleep(1500);
    Использовать_по_умолчанию = VisualActions.WaitFor(Выбор_даты,0.85m,true,-1m);
    this.ActionGuid(«acdd7966–f2f4–41d3–9a78–0e9a222b6cb9»,@»Использовать по умолчанию»);
    Standard.Sleep(2000);
    MouseClick.ClickLeftMouseButton((int)(0),(int)(0),Использовать по умолчанию);
}
```



На рис. 5 представлена временная диаграмма, которая описывает взаимодействие между пользователями, автоматизированными системами и информационными объектами.

Программный конвертер, осуществляющий получение достоверных данных из телеграммы с использованием отраслевых справочников и преобразования их в файл, выгружаемый в АПК «Эльбрус», был разработан в ходе практической реализации задачи, когда выяснилось, что с применением инструментария ROBIN RPA невозможно автоматизировать весь процесс введения нормативного графика движения поездов. Конвертер был реализован средствами языка программирования Python, поскольку он имеет встроенные функции (библиотеки модулей) для распознавания символов оптическими методами и семантического интеллектуального анализа текста документов [18, 19].

Существенная технологическая проблема автоматизации процесса корректировки нормативных графиков состоит в точном определении измененных дат и времени следования поездов по участку движения, поскольку эти данные поступают в файлах различных форматов, а текст телеграммы допускает достаточно свободную форму (структуру), в отличие, например, от сообщений АСОУП.

Для идентификации данных из файлов форматов pdf, docx и xlsx, а также на изображениях форматов jpg и png целесообразно использовать способы адаптивно-оптического распознавания текста, с разбивкой его на кластеры и сопоставлением с отраслевой нормативно-справочной информацией. Последующая обработка данных из телеграммы может осуществляться с помощью специальных программных модулей или стандартных библиотек.

В состав ROBIN RPA входит библиотека Tesseract OCR, предназначенная для распознавания символов на изображениях, однако ее недостатком является возможность работы только со структурированными данными, что ограничивает ее применение для решения поставленной задачи.

Инструментальная среда PyCharm для разработки программ на языке Python обладает широкими функциональными возможностями, в том числе обработкой неструктурированных данных из телеграмм [20].

В таблице представлены библиотеки Python, которые целесообразно использовать для автоматизации обработки телеграмм.

#### Используемые библиотеки Python

№	Имя	Функциональность
1	PyTesseract	Оптическое распознавание символов, извлечение текста из изображений и документов Word
2	OpenCV	Реализация методов машинного зрения с открытым кодом для обработки изображений и видео, обнаружения объектов и их сопоставления
3	Pdf2docx	Преобразование документа из pdf в docx
4	PyPDF2	Извлечение текста и изображений, объединение и разделение PDF-файлов
5	Openpyxl	Чтение и запись файлов электронных таблиц

Создание программы для преобразования файлов на языке программирования Python с элементами интеллектуальной автоматизации распознавания документов с помощью компьютерного зрения и технологии оптического распознавания символов позволит повысить производительность, существенно сократить время обработки для своевременного обновления данных в системах.

Разработка и использование RPA-робота и программы-конвертера на языке Python для автоматизации корректировки нормативных графиков движения поездов позволяет существенно сократить трудозатраты, повысить производительность и качество работы технологов. При этом ожидаемые показатели повышения эффективности следующие: уменьшение времени корректировки графика — не менее чем в 10 раз, снижение количества ошибок — в 3 раза.

В связи с высокой занятостью технологов обработкой обращений первой линии поддержки АС ГИД время принятия в работу объектов ЕСПП не всегда совпадает с поступлением в группу сотрудников ИВЦ, где ведется корректировка нормативных графиков движения поездов во взаимодействии с региональной службой развития пассажирских сообщений и дирекцией управления движением.

Анализ трудозатрат по операциям у технологов показывает, что на принятие одного об-

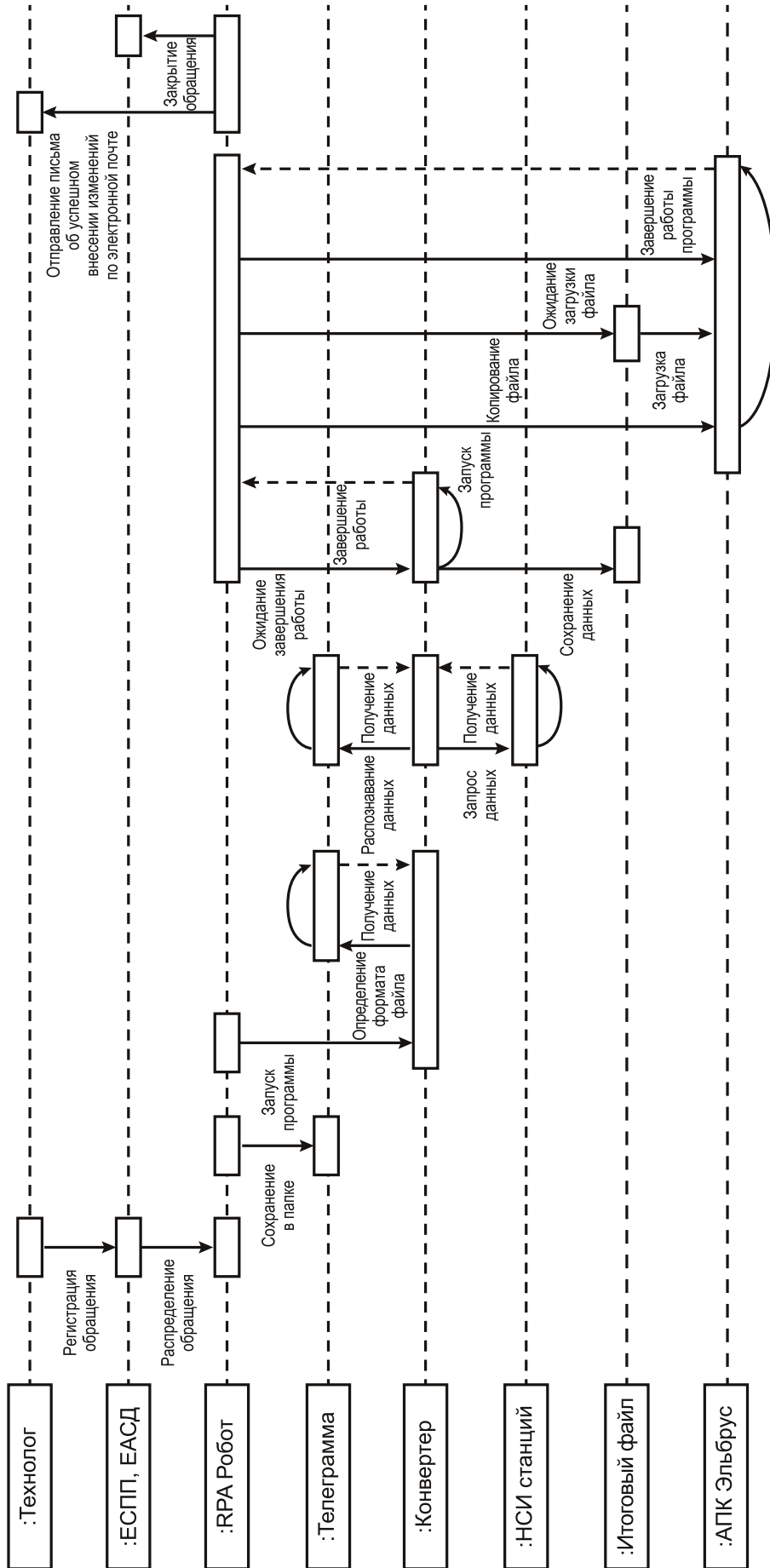


Рис. 5. Диаграмма процесса корректировки нормативных графиков движения поездов

ращения в работу, анализ информации в тексте обращения, звонок инициатору обращения, сохранение файла телеграммы уходит в среднем от 4 до 10 минут.

При использовании программного робота выполняется сокращение времени принятия в работу запросов ЕСПП по корректировке нормативного графика с последующей выгрузкой файла формата NTP в АПК «Эльбрус» для актуализации данных. Время программного робота по ожиданию запроса, регистрации в ЕСПП (принятие в работу) и сохранение файла телеграммы занимает в среднем от 30 до 40 секунд.

Подготовка и выгрузка отредактированного нормативного расписания в АПК «Эльбрус» включает в себя ряд операций (запуск АПК «Эльбрус», авторизация в программе, выбор подготовленного файла формата NTP, выгрузка расписания в АПК «Эльбрус», сохранение резервной копии файла в папке за текущую дату на сервере) и занимает у технолога от 2 до 3 минут рабочего времени.

Время программного робота по выгрузке нормативного расписания в АПК «Эльбрус» занимает от 45 секунд до 1 минуты.

Сокращение времени при использовании программного робота на принятие запроса в работу и с последующей выгрузкой файла формата NTP нормативного расписания в АПК «Эльбрус» составляет от 5 до 10 минут на одно обращение.

Таким образом, программный робот с конвертером выполняет задачу автоматизированной корректировки нормативных графиков движения грузовых поездов, взаимодействуя с ЕСПП, ЕАСД, АС ГИД, АПК «Эльбрус», минимизируя время и повышая качество работы.

Перспективой для развития технологии корректировки нормативного расписания движения поездов является применение интеллектуальной автоматизации (intelligent process automation — IPA). Ее внедрение в процессы эксплуатации информационных систем в дирекциях управления движением соответствует отраслевым планам научно-технологического развития и Национальной стратегии развития искусственного интеллекта на период до 2030 года [1, 2].

Современным трендом является совместное применение RPA и IPA с целью дальнейшего повышения качественных и количественных параметров технологических и бизнес-процессов [21, 22].

IPA позволяет работать с неструктурированными данными, при этом реализуется:

- распознавание документов и видеоаналитика с помощью компьютерного зрения и оптического анализа текста;
- использование голосовой аналитики с инструментами обработки естественного языка;
- применение чат-ботов с самообучением и генерацией естественного языка как средства общения с пользователями.

Известные высокоэффективные программы распознавания текста, как правило, являются платными и предполагают удаленный доступ через интернет, что не позволяет использовать их на рабочих местах сотрудников ОАО «РЖД».

В версии 2.0 платформы ROBIN RPA интеллектуальная автоматизация реализована в модуле Robin AI, который может выделять и сопоставлять неструктурированные данные при обработке текста, а также выполнять функции помощника-консультанта. Разработчики программного обеспечения ROBIN RPA совместно с российским предприятием Konica Minolta Business Solutions Russia создали модуль распознавания и потоковой обработки документов Robin OCR [23].

Представителями IPA являются чат-боты, которые позволяют классифицировать получаемое сообщение, понимать конкретику вопроса, используя наработанную ранее базу знаний, и выдавать ответ. Примером служит уже функционирующая на железных дорогах система виртуального консультанта (отраслевая аббревиатура — ВиКо), представляющая собой чат-бот, автоматически формирующий запросы в группы ЕСПП по заданным вопросам пользователей в ответ на представленные скриншоты экрана и контексты событий. ВиКо взаимодействует с корпоративными информационными системами, службой каталогов и почтовыми сервисами и ускоряет процесс принятия решения, позволяя в кратчайшие сроки провести анализ информации по заданной ситуации.

В перспективе при регистрации обращений на корректировку нормативных графиков движения поездов через ВиКо можно предусмотреть автоматизированный запуск программного робота, отвечающего за реализацию этой задачи.

### Заключение

Приведенный реальный пример технологии показывает, что автоматизация рутинных, многоаспектных и сложных процессов, связанных с эксплуатацией диспетчерами и технологами корпоративных информационных систем, в результате разработки и внедрения программных роботов повышает эффективность деятельности указанных работников, а именно существенно сокращает время отработки задач, повышает производительность и качество процессов. Основные технологические решения, принятые для автоматизированной корректировки нормативных графиков движения грузовых поездов, являются обоснованными и состоятельными.

С учетом 100%-ного охвата полигонов железных дорог АПК «Эльбрус» предложенный подход, разработанные программы и полученный опыт в целом найдут применение в дирекциях управления движением и дорожных ИВЦ.

Применение технологии RPA, инструментальных средств Python и элементов искусственного интеллекта, а также методики комплексного анализа задачи имеет большие перспективы для использования в проблемных областях, имеющих большую долю рутинных процессов обработки данных или связанных с обработкой запросов руководства на проблемно ориентированные аналитические отчеты [24].

Вместе с тем бурное развитие цифровых технологий и появление новых продуктов влечет за собой необходимость выбора оптимальных вариантов сочетаний инструментальных средств автоматизации задач. Так, например, постоянно совершенствуется набор функций платформы RPA ROBIN, появляются новые программы с оптическим распознаванием текста и т. д. Это необходимо учитывать для адаптации описанной технологии к изменяющимся условиям.

К существующим актуальным вопросам и проблемам использования, тиражирования, развития и повышения эффективности представленной технологии корректировки нормативных графиков движения поездов относятся следующие:

- в связи с массовым переходом на отечественные программные платформы разработчиками и технологами производится анализ и пересмотр функций существующих информационных систем, в том числе по взаимодействию со смежными системами;
- развитие отраслевых информационных систем, реализация Стратегии цифровой трансформации, ввод в эксплуатацию цифровых сервисов с искусственным интеллектом (например, указанный выше ВиКо) создают новые условия работы и возможности.

Особо следует отметить грядущие изменения в АС ГИД, которые могут повлиять на технологию корректировки графиков. В настоящее время реализуется проект внедрения системы нового поколения (АС ГИД НП) взамен существующей [3, 25]. АС ГИД НП, сохраняя существующий интерфейс, позволит формировать единый сетевой график со сквозным планированием движения поездов на основании вариантного графика и плана окон, с автоматической фиксацией причин произошедших сбоев в эксплуатационной работе, в том числе с использованием речевых технологий, а также получать необходимые аналитические данные по допущенным потерям в целях принятия мер по их минимизации. Как отмечено разработчиками, эффективность АС ГИД НП достигается за счет обеспечения полноты, достоверности, качества и скорости оформления графика исполненного движения, увеличения скорости принятия решений во внештатных ситуациях, повышения требований к качеству планирования.

Изменения в АС ГИД, переход от ЕСПП к ВиКо повлекут за собой необходимость адаптации разработанной технологии ведения нормативных графиков движения, что уже предусмотрено в текущих планах работ. ▲



**Библиографический список**

1. Долгосрочная программа развития ОАО «Российские железные дороги» до 2025 года. Распоряжение Правительства от 19 марта 2019 года № 466-р.
2. О развитии искусственного интеллекта в Российской Федерации. Указ Президента Российской Федерации от 10.10.2019 года № 490.
3. Глазков М. О. Обеспечивать устойчивость и эффективность перевозочного процесса // Железнодорожный транспорт. 2023. № 3. С. 24–28. EDN FGCTXB.
4. ГИД «Урал-ВНИИЖТ» [Электронный ресурс]. URL: <http://gidural.ru/doku.php?id=start> (дата обращения: 17.01.2024).
5. Программные комплексы РЖД: АСУТ, ГИД «Урал-ВНИИЖТ», АСУ «Экспресс» [Электронный ресурс]. URL: <https://dvizhenie24.ru/railway/programmnye-kompleksy-asut-gid-ural-vniizht-asu-ekspress/> (дата обращения: 17.01.2024).
6. Hofmann P., Samp C., Urbach N. Robotic process automation // *Electronic Markets*. 2020. Vol. 30. P. 99–106. DOI: 10.1007/s12525-019-00365-8.
7. Khan S., Tailor R. K., Uygun H., Gujrati R. Application of robotic process automation (RPA) for supply chain management, smart transportation and logistics // *International Journal of Health Sciences*. 2022. Vol. 6 (S3). P. 11051–11063. DOI: 10.53730/ijhs.v6ns3.8554.
8. Karthikeya S., Meenakshi N. Pending Receipts RPA Bot. Proceedings of the 2nd International Conference on Cognitive and Intelligent Computing. 2023. P. 577–585. DOI: 10.1007/978-981-99-2742-5\_59.
9. ROBIN RPA – платформа для роботизации бизнеса [Электронный ресурс]. URL: <https://www.rpa-robin.ru/programmnye-roboty> (дата обращения: 08.02.2024).
10. Использование платформы Robin RPA в процессе цифровой трансформации транспортных компаний / Ермаков С. Г., Баталов Д. И., Мельников И. С. // *Интеллектуальные технологии на транспорте*. 2023. № 1 (33). С. 5–14. DOI: 10.24412/2413-2527-2023-133-5-14. EDN YVWRCE.
11. Никищенков С. А., Гаранин А. В. Использование программных роботов для автоматизации бизнес-процессов на железной дороге // *Транспортное дело России*. 2023. № 4. С. 163–165. DOI: 10.52375/20728689\_2023\_4\_163. EDN MULSDT.
12. Гаранин А. В., Никищенков С. А. Контроль нарушений межпоездных интервалов тяжеловесных поездов с применением технологии программных роботов // *Вестник транспорта Поволжья*. 2023. № 1. С. 56–62. EDN NWXEZT.
13. Гаранин А. В., Никищенков С. А. Автоматизация процессов корректировки нормативного расписания движения поездов в ГИД «Урал-ВНИИЖТ» с применением программных роботов // *Мехатроника, автоматизация и управление на транспорте*. 2023. С. 24–27. EDN TBJPDJ.
14. «Эльбрус». Инновации: уверенное движение [Электронный ресурс]. URL: <https://elbrus-r.ru/razrabotki> (дата обращения: 01.02.2024).
15. Treacy S., Adyanthaya A., Kearny Ch., Anand J., O’Sullivan K., Xu Y. From Hype to Reality: Navigating the Challenges of RPA Implementation. *European Conference on Innovation and Entrepreneurship*. 2023. Vol. 18 (2). P. 875–882. DOI: 10.34190/ecie.18.2.1721.
16. Sajquin M., Dueñas G. The Inclusion of RPA in the Digital Transformation. *International journal of mathematics and computer research*. 2023. Vol. 11 (02). P. 3248–3249. DOI: 10.47191/ijmcr/v11i2.04.
17. Никищенков С. А., Гаранин А. В. Программа для контроля нарушений межпоездных интервалов тяжеловесных поездов // *Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ № 2023669997 от 25.09.2023*.
18. Solem J. E. *Programming Computer Vision with Python: Techniques and Libraries for Imaging and Retrieving Information*. Hoboken: Wiley. 2012. 256 p.
19. Heineman G., Pollice G., Selkow S. *Algorithms in a Nutshell. A practical guide*. Sebastopol: O’Reilly. 2009. 389 p.
20. Sweigart A. *Automate the Boring Stuff with Python*. San Francisco: No Starch Press. 2019. 500 p.
21. Shidaganti G., Karthik K. N., Anvith, Kantikar N. A. Integration of RPA and AI in Industry 4.0. *Confluence of Artificial Intelligence and Robotic Process Automation*. 2023. P. 267–288. DOI: 10.1007/978-981-19-8296-5\_11.
22. Siderska J., Suesse Th., Aunimo L. A. Towards Intelligent Automation (IA): Literature Review on the Evolution of Robotic Process Automation (RPA), its Challenges, and Future Trends. *Engineering Management in Production and Services*. 2023. Vol. 15(4). P. 90–103. DOI: 10.2478/emj-2023-0030.
23. Konica Minolta и ROBIN выпустили новое решение для распознавания документов Robin OCR [Электронный ресурс]. URL: <https://www.rpa-robin.ru/osrkonica> (дата обращения 01.02.2024).
24. Дегтярева В. В., Панченко К. П. Оценка эффективности RPA-технологий для обоснования их внедрения в транспортно-логистическую отрасль // *Первый экономический журнал*. 2023. № 1 (331). С. 50–57. DOI:10.58551/20728115\_2023\_1\_50. EDN IROWWR.
25. Автоматизированная система ведения графика исполненного движения нового поколения (АС ГИД НП). Руководство пользователя / А. В. Калинин, М. В. Федяшин, А. Я. Нуриев. М. : АО «НИИАС». 2023. 199 с.

*TRANSPORT AUTOMATION RESEARCH. 2024. Vol. 10. no. 1. P. 18–31*  
 DOI: 10.20295/2412-9186-2024-10-01-18-31

### Automated adjustment technology standard train schedules using software robots

#### Information about authors

**Nikishchenkov S. A.**, Doctor of Technical Sciences, Professor.

E-mail: nikishchenkovs@mail.ru

**Garanin A. V.**, Postgraduate Student. E-mail: caraninaleks@mail.ru

Department of Operational Work Management, Samara State Transport University

**Abstract:** The article discusses the technological aspects of automated adjustment of standard train schedules using software robots. The information environment and existing technology for maintaining standard freight train schedules are considered. Information is provided on the implementation of robotic process automation in corporate information systems operated in traffic control directorates. The stages and results of automating the adjustment of standard train schedules using software robots are considered. A generalized diagram of the process of adjusting standard train schedules using a software robot and a special data converter is presented. A fragment of the robot code for uploading the standard schedule into the Elbrus hardware and software complex is given. The issues of using Python programming language libraries to automate processes are considered. An assessment was made of the effectiveness of using software robots to adjust standard schedules. The possibilities of joint robotic and intelligent automation for adjusting train schedules are considered.

**Keywords:** standard train schedules, corporate information systems, robotic process automation, schedule adjustment technology, robot script, efficiency, intelligent automation.

#### References

- Long-term development program of JSC Russian Railways until 2025. Government Order dated March 19, 2019. No. 466-r. (In Russian)
- On the development of artificial intelligence in the Russian Federation. Decree of the President of the Russian Federation dated October 10, 2019. No. 490. (In Russian)
- Glazkov M. O. Ensure sustainability and efficiency of the transportation process // *Railway transport*. 2023. No. 3. P. 24–28. EDN FGCTXB. (In Russian)
- Guide “Ural-VNIIZHT” [Access mode: <http://gidural.ru/doku.php?id=start>]. Access date 01/17/2024. (In Russian)
- Russian Railways software systems: ASUT, GID “Ural-VNIIZHT”, ASU “Express” [Access mode: <https://dvizhenie24.ru/railway/programmnye-kompleksy-asut-gid-ural-vniizht-asu-ekspress/>]. Access date 01/17/2024. (In Russian)
- Hofmann P., Samp C., Urbach N. Robotic process automation // *Electronic Markets*. 2020. Vol. 30. P. 99–106. DOI: 10.1007/s12525-019-00365-8.
- Khan S., Tailor R. K., Uygun H., Gujrati R. Application of robotic process automation (RPA) for supply chain management, smart transportation and logistics. *International Journal of Health Sciences*. 2022. Vol. 6 (S3). P. 11051–11063. DOI: 10.53730/ijhs.v6ns3.8554.
- Karthikeya S., Meenakshi N. Pending Receipts RPA Bot. Proceedings of the 2nd International Conference on Cognitive and Intelligent Computing. 2023. P. 577–585. DOI: 10.1007/978-981-99-2742-5\_59. (In Russian)
- ROBIN RPA — platform for business robotization [Access mode: <https://www.rpa-robin.ru/programmnye-roboty/>]. Date of access: 02/08/2024. (In Russian)
- Using the Robin RPA platform in the process of digital transformation of transport companies / S. G. Ermakov, D. I. Batalov, I. S. Melnikov // *Intelligent technologies in transport*. 2023. No. 1 (33). P. 5–14. DOI: 10.24412/2413-2527-2023-133-5-14. EDN YVWRCE. (In Russian)
- Nikishchenkov S. A., Garanin A. V. Using software robots to automate business processes on the railway // *Transport business of Russia*. 2023. No. 4. P. 163–165. DOI: 10.52375/20728689\_2023\_4\_163. EDN MULSDT. (In Russian)
- Garanin A. V., Nikishchenkov S. A. Monitoring violations of inter-train intervals of heavy trains using software robot technology // *Bulletin of transport of the Volga region*. 2023. No. 1. P. 56–62. EDN NWXEZT. (In Russian)
- Garanin A. V., Nikishchenkov S. A. Automation of the processes of adjusting the standard train schedule in the Ural-VNIIZHT State Inspectorate with the use of software robots // *Mechatronics, automation and control in transport*. 2023. P. 24–27. EDN TBJPDJ. (In Russian)
- ELBRUS. Innovation: confident movement [Access mode: <https://elbrus-r.ru/razrabotki/>]. Date of access: 02/01/2024. (In Russian)
- Treacy S., Adyanthaya A., Kearny Ch., Anand J., O’Sullivan K., Xu Y. From Hype to Reality: Navigating the Challenges of RPA Implementation. *European Conference on Innovation and Entrepreneurship*. 2023. Vol. 18 (2). P. 875–882. DOI: 10.34190/ecie.18.2.1721.
- Sajquin M., Dueñas G. The Inclusion of RPA in the Digital Transformation. *International journal of mathematics and computer research*. 2023. Vol. 11 (02). P. 3248–3249. DOI: 10.47191/ijmcr/v11i2.04.
- Nikishchenkov S. A., Garanin A. V. Program for monitoring violations of inter-train intervals of heavy-duty trains // Certificate of official registration of the computer program No. 2023669997 dated September 25, 2023. (In Russian)
- Solem J. E. *Programming Computer Vision with Python: Techniques and Libraries for Imaging and Retrieving Information*. Hoboken: Wiley, 2012. 256 p.
- Heineman G., Pollice G., Selkow S. *Algorithms in a Nutshell. A practical guide*. Sebastopol: O’Reilly, 2009. 389 p.
- Sweigart A. *Automate the Boring Stuff with Python*. San Francisco: No Starch Press, 2019. 500 p.
- Shidaganti G., Karthik K. N., Anvith, Kantikar N. A. Integration of RPA and AI in Industry 4.0. Confluence of Artificial Intelligence and Robotic Process Automation. 2023. P. 267–288. DOI: 10.1007/978-981-19-8296-5\_11.
- Siderska J., Suesse Th., Aunimo L. A. Towards Intelligent Automation (IA): Literature Review on the Evolution of Robotic Process Automation (RPA), its Challenges, and Future Trends. *Engineering Management in Production and Services*. 2023. Vol. 15 (4). P. 90–103. DOI: 10.2478/emj-2023-0030.
- Konica Minolta and ROBIN have released a new solution for document recognition, Robin OCR [Access mode: <https://www.rpa-robin.ru/ocrkonica/>]. Date of access: 02/01/2024.
- Degtyareva V. V., Panchenko K. P. Assessing the effectiveness of RPA technologies to justify their implementation in the transport and logistics industry // *First Economic Journal*. 2023. No. 1 (331). P. 50–57. DOI: 10.58551/20728115\_2023\_1\_50. EDN IROWWR. (In Russian)
- Kalinin A. V., Fedyashin M. V., Nuriev A. Ya. Automated system for maintaining a schedule of executed movements of a new generation (AS GID NP). User’s Guide M.: JSC “NIAS”, 2023. 199 p. (In Russian)